

SÉANCE D'HYDROLOGIE DU 9 OCTOBRE 1889.

Présidence de M. T. C. Moulan, vice-président.

La séance est ouverte à 8 h. 1/4.

MM. Houzeau de Lehaie, Verstraeten, François et Cocheteux font excuser leur absence.

Correspondance. Le Secrétaire donne lecture de la correspondance :

L'Administration communale de Renaix demande à la Société de nommer quelques-uns de ses membres à l'effet d'examiner le projet d'extension de la distribution en eau potable par galeries souterraines à creuser sous le Mont-de-l'Hotond.

MM. *Van den Broeck* et *Rutot* sont désignés par l'assemblée pour satisfaire à la demande de l'Administration communale de Renaix.

M. le Dr Félix, actuellement présent au Congrès international d'Hydrologie et de Climatologie de Paris, envoie plusieurs lettres intéressantes concernant le congrès, que le Secrétaire de la section d'hydrologie résume comme suit :

CONGRÈS INTERNATIONAL D'HYDROLOGIE ET DE CLIMATOLOGIE.

Session de Paris

Le Congrès international d'Hydrologie et de Climatologie tient en ce moment sa deuxième session à Paris.

La première session avait eu lieu, en octobre 1886, à Biarritz.

Parmi les membres de notre Société qui avaient été délégués au présent Congrès, deux seulement : MM. les docteurs Poskin et Félix ont pu y prendre part et, dans la composition du Bureau, nous voyons, avec une bien vive satisfaction, notre confrère M. Lancaster, délégué du gouvernement belge, comme vice-président étranger du bureau principal et notre confrère M. le Dr Poskin, également délégué du gouvernement belge, comme vice-président étranger de la section d'Hydrologie scientifique.

M. le Dr Félix, qui suit assidument les séances du Congrès, a bien

voulu nous tenir au courant de ce qui s'y passe et nous a fait parvenir le programme des questions à traiter.

La séance solennelle d'ouverture a eu lieu le 3 octobre, au Trocadéro; le président M. Renou, directeur de l'Observatoire du Parc Saint-Maur, dans un discours très concis, a fait ressortir l'importance médicale des eaux minérales, dont l'étude ne repose pas seulement sur la clinique, mais aussi sur la Climatologie, la Météorologie, la Géologie et la Chimie; de plus, il a montré l'essor et les progrès de chacune de ces sciences, surtout dans ces dernières années.

M. le Dr de Ranse, secrétaire général du Congrès, a ensuite fait l'historique du premier Congrès de Biarritz, il a rendu hommage aux promoteurs de l'institution des Congrès d'Hydrologie, a résumé les travaux proposés, les difficultés qui s'étaient présentées et enfin a rendu compte de ce qui s'était passé lors de la réunion du 25 janvier 1888 dans laquelle la session de 1889 à Paris a été décidée.

L'après-midi ont commencé les séances de sections.

Les séances de vendredi et de samedi matin ont été consacrées à des travaux d'hydrologie médicale, et MM. Poskin et Félix ont pu y parler des bains de boue de Spa et des eaux thermales de Chaudfontaine; puis l'hydrologie scientifique a été abordée.

M. Poskin a parlé de l'origine des gaz contenus dans les eaux minérales; M. le Dr Casse, de Middelkerke, a touché les questions se rapportant aux climats maritimes et M. le Dr Félix a fait des remarques au sujet du diagnostic de certaines maladies à traiter soit par les eaux minérales, soit par les eaux thermales.

La séance générale de samedi après midi a rassemblé les trois sections et l'on y a discuté les questions suivantes :

- 1^o Des bains de mer et des stations maritimes dans le scrofule et la tuberculose ;
- 2^o Action des climats d'altitude dans les maladies de poitrine ;
- 3^o Comparaison et classement des stations climatologiques.

C'est dans la séance générale du lundi 7 octobre que la question du *Programme de l'enseignement de l'Hydrologie* sera abordée. En l'absence de notre secrétaire M. Van den Broeck, qui comptait prendre la parole à ce sujet, MM. Félix et Poskin comptent faire connaître le programme d'étude hydrologique de notre pays, élaboré par la Société et établir la haute utilité de l'étude des eaux potables au point de vue de l'hygiène publique et de la santé. Nos zélés confrères feront aussi ressortir l'importance de la carte pluviométrique de M. Lancaster, ainsi que les divers travaux de la Société sur les captages de sources, eaux minérales, galeries de drainage, puits artésiens, etc. Dans

de pareilles mains, les intérêts de l'Hydrologie et ceux de notre Société seront évidemment bien défendus.

M. le Secrétaire de la Commission gouvernementale des Eaux alimentaires de Bruxelles, en renvoyant à la Société le rapport de MM. Van den Broeck et Rutot, avec ses annexes, au sujet du projet de M. le capitaine Verstraete, remercie celle-ci au nom de la Commission et demande de pouvoir en disposer de nouveau dans la suite, si la Commission le jugeait utile. — Adopté.

M. L. De Naeyer, industriel à Willebroeck et membre de la Société, demande des renseignements au sujet d'un puits artésien à creuser éventuellement à Menin. MM. Van den Broeck et Rutot sont priés de transmettre la réponse.

Notre confrère *M. A. Cocheteux*, ingénieur honoraire des mines et ingénieur au chemin de fer du Congo, annonce son prochain départ pour Matadi (Congo) à l'effet de prendre part aux travaux de construction du chemin de fer de Matadi à Léopoldville.

La famille de notre membre honoraire M. le Professeur *Louis Bellardi*, de Turin, fait part à la Société du décès de celui-ci, le 17 septembre dernier. Une lettre de condoléance sera adressée à la famille, et une notice nécrologique sera publiée dans le *Bulletin* par les soins de M. Sacco.

Les éditeurs du *Geological Record*, paraissant à Londres, font savoir que la publication marchera plus activement que par le passé et font connaître les réductions de prix récemment décidées pour la collection des volumes parus (1874-1884).

La collection complète des huit volumes publiés peut s'obtenir pour fr. 62.50, au lieu de fr. 105, prix antérieur.

Présentations de membres.

Sont présentés par le bureau en qualité de membres effectifs.

MM. Léonce BOURGOIGNIE, à Nieuport.

L. CAVENS, à Bruxelles.

Gustave JORISSENNE, à Liège.

A. PAULIN-ARRAULT, à Paris.

GEVAERT, à Louvain.

Communications des membres.

1° E. VAN DEN BROECK ET A. RUTOT. **Le projet de la ville de Bruxelles pour l'extension des galeries de drainage destinées à l'alimentation de la capitale en eau potable.**

M. Van den Broeck rappelle que, dans le courant de l'année, la ville de Bruxelles, par l'intermédiaire de son ingénieur, notre confrère

M. Van Mierlo, a demandé l'avis de la Société au sujet du projet d'extension des galeries drainantes adopté par la ville, comparativement au sujet de M. le capitaine Verstraete.

M. Van den Broeck dit qu'ayant été chargé, avec M. Rutot, de présenter un rapport à la Société, il compte donner le résultat de l'examen sommaire de la question, tout en regrettant vivement l'absence de M. Van Mierlo, malade, et celle de M. Verstraete.

La ville de Bruxelles a remis à la Société un plan figurant à la fois son projet et celui de M. le capitaine Verstraete, ce qui facilite les comparaisons, mais ne suffit pas pour se faire une bonne idée du projet.

Grâce à leurs connaissances géologiques dans la région à drainer, et aux observations réunies lors d'une visite spéciale qu'ils ont faite le long d'une partie du tracé, les rapporteurs ont déjà pu exposer en détail leur opinion au sujet du projet de M. le capitaine Verstraete et ces idées et conclusions ont fait l'objet d'un rapport détaillé, avec coupes géologiques au 1/20.000, dont un résumé a déjà paru dans le *Bulletin*.

Pour ce qui concerne le projet de la ville, dont une partie s'étend à peu près parallèlement à la galerie méridionale du projet Verstraete, mais au Sud de celle-ci, les études faites, au préalable, sur le terrain, pour le levé de la carte géologique par les rapporteurs, sont loin d'avoir été poussées aussi loin que dans la région Nord; MM. Van den Broeck et Rutot n'ont pas eu l'occasion de parcourir la ligne Baulers, Nivelles, Gembloux, Eghezée d'une manière détaillée, de sorte qu'il ne leur est pas possible de fournir, sans études complémentaires sur le terrain, un exposé des faits et une appréciation précise semblables à ce qui a pu être présenté au sujet du projet Verstraete.

Toutefois, d'une manière générale, les rapporteurs n'ont pas une grande confiance dans l'efficacité du prolongement Est-Ouest de la ligne de drains proposé par la ville; sur le parcours du tracé, le terrain primaire n'est pas loin de la surface du sol et vers l'Est ce terrain primaire affleure assez largement dans les vallées.

Les conditions sont donc, à première vue, sensiblement moins favorables que celles qui existent pour les galeries drainantes situées entre Bruxelles et Baulers et, si l'idée de l'extension du drainage actuel continue à être admise, les rapporteurs estiment qu'il ne serait pas favorable d'établir la section de prolongement vers l'Est, mais que le mieux serait d'établir un nouveau réseau de galeries transversales, à peu près perpendiculaire à la direction Bruxelles-Baulers, dont la position pourrait être choisie aisément par l'étude attentive des données géologiques, hydrologiques et par l'examen de la carte topo-

graphique à l'échelle du 1/20.000. Il y aurait sans doute également lieu de faire quelques courses géologiques sur le terrain, de jauger quelques sources et de procéder à un nivellement rationnel et détaillé de la nappe liquide devant alimenter la galerie.

Ce drainage transversal dans le sens Est-Ouest, mais localisé dans la région, au *nord de Nivelles*, est le plus rationnel, puisque, à cause de la pente générale des terrains vers le Nord, les eaux de la nappe des sables bruxelliens et ypresiens s'écoulent du Sud au Nord, et qu'enfin dans cette région les couches perméables aquifères atteignent le maximum de leur développement.

Comme la galerie principale actuelle suit à peu près cette même direction Sud-Nord, elle n'exerce donc pas une influence drainante latérale bien considérable, de sorte que *les ressources aquifères des régions disponibles*, relativement voisines de Bruxelles, *sont loin d'être utilisées*.

De toutes manières, il sera indispensable aux rapporteurs, pour arriver à des conclusions bien fondées, d'être mis en possession d'une série de documents qui jusqu'ici leur ont fait défaut et il leur paraît que c'est là la première chose à demander à l'Administration communale.

M. le *Président* remercie MM. Van den Broeck et Rutot de leur communication et demande à l'Assemblée si elle admet ces conclusions des rapporteurs.

L'Assemblée partageant la même manière de voir, il est décidé que réponse sera faite dans ce sens à la ville de Bruxelles, lorsque notre confrère M. Van Mierlo aura pu conférer avec les rapporteurs.

2° La parole est ensuite donnée à M. Moulan pour exposer le projet élaboré par lui pour l'alimentation de la capitale en eau industrielle et en eau potable.

UN NOUVEAU PROJET

d'alimentation en eau industrielle de l'agglomération bruxelloise

PAR

T.-G. Moulan

Ingénieur hydraulicien.

M. Moulan expose son nouveau projet d'alimentation de Bruxelles en eau industrielle abondante, dont une partie pourrait être filtrée et transformée en eau potable, et il commence par faire connaître, comme base de ses vues, le résultat des observations hydrologiques faites à la Gileppe.

Après avoir fait connaître les causes qui ont amené la nécessité de créer une abondante distribution d'eau pour satisfaire aux besoins sans cesse croissants de l'industrie verviétoise, il donne des chiffres qui résument, pour une période de 10 années, de 1879 à 1888 inclus, les hauteurs de pluie tombées sur le bassin hydrographique de la Gileppe et les volumes d'eau recueillis dans le réservoir.

Pendant cette période, il est tombé en moyenne $1^{\text{m}},072$ de pluie par année et le réservoir a reçu, déduction faite de l'évaporation, un volume d'eau de $21.290.377^{\text{m}^3}$.

La superficie du bassin hydrographique étant de 4000 hectares en nombre rond (elle est de 4200 hectares) on a donc recueilli 5322^{m^3} d'eau par année et par hectare.

Les maxima et les minima de pluie et d'eau recueillie ont été : le maximum, en 1882, pour la pluie tombée : $1^{\text{m}},459$ et pour l'eau recueillie : $28,430,066^{\text{m}^3}$, ce qui donne le rapport de 0,486 entre le volume d'eau tombé sur toute la superficie du bassin et le volume recueilli.

Le minimum s'est produit en 1884, où la pluie a donné une hauteur de 0,956 et le volume d'eau recueillie $16,798.172^{\text{m}^3}$; ce qui ne représente que 4199^{m^3} par hectare, avec un rapport de 0,439. Le rapport moyen des dix années entre les volumes d'eau tombée et les volumes d'eau recueillie est de 0,496.

Ce rapport n'est pas constant : il varie d'une année à l'autre et surtout d'une saison à l'autre, il varie également avec les hauteurs de pluie et avec la température.

Ces dernières données sont intéressantes dans les cas où l'on appliquerait les résultats obtenus à la Gileppe à d'autres régions qui ne présentent pas les mêmes conditions climatologiques que la Gileppe.

Les volumes d'eau recueillis étant déduits du volume d'eau total tombé sur le bassin hydrographique, donnent le volume absorbé par la végétation et par l'évaporation.

Ces résultats, appliqués aux terrains perméables, en tenant compte, ainsi qu'il vient d'être dit, des conditions climatologiques très variables dans notre pays, donneront le moyen de résoudre l'art 2 du programme des questions relatives à l'hydrologie de la Belgique, arrêté par la Société il y a environ un an.

Cet article est ainsi conçu :

« Déterminer quelles proportions des eaux de pluie s'écoulent à la surface et quelles proportions pénètrent en terre. »

En un lieu donné, si l'on détermine les volumes d'eau qui sont évaporés ou qui sont absorbés par la végétation d'après les résultats obtenus à la Gileppe, si on les déduit du volume total tombé, il restera des quantités qui représenteront les volumes qui ruissellent à la surface

et ceux qui s'infiltreront, réunis. En déterminant les premiers par des jaugeages, ou en les estimant d'après la marche des moteurs hydrauliques, on aura assez exactement le volume d'eau infiltré.

Un tableau graphique représente les divers éléments de ce problème compliqué de la répartition des eaux à la surface du sol. Des lois précises pourront en être déduites. Ces lois n'auront certainement pas une précision mathématique, mais bien souvent elles serviront de guide pour l'étude d'avant-projets relatifs à l'aménagement des eaux.

M. Moulan expose ensuite un *projet d'alimentation* qui paraît présenter des idées nouvelles.

Il voudrait créer une distribution d'eau industrielle, dont les eaux seraient appliquées à la production de la force motrice d'abord et qui pourraient recevoir ensuite toute autre destination industrielle.

Il recueillerait les eaux des terrains imperméables qui forment le versant sud de la vallée de l'Eau-Noire et du Viroin. L'eau-Noire prend sa source près de Rocroi, elle se dirige vers l'Ouest d'abord, elle décrit ensuite un demi cercle et elle reprend sa direction vers l'Est en passant par Couvin et Nismes; un peu en dessous de Nismes, elle se réunit à l'Eau-Blanche pour former le Viroin, qui va se jeter dans la Meuse, à Vireux.

Les eaux de l'Eau-Blanche seraient également utilisées. Le bassin de l'Eau-Blanche est formé presque entièrement de schistes famenniens. Vers la partie inférieure, on rencontre les assises de Senzeilles et de Mariembourg qui, par leur décomposition, donnent des eaux louches qui se décantent difficilement. Ce sont ces eaux qui ont donné leur nom à la rivière, tandis que la partie supérieure du bassin formé des psammites et des schistes calcarifères, ne laissent écouler que des eaux qui se troublent rarement. On prendrait de préférence ces dernières eaux.

La superficie totale dont les eaux pourraient être utilisées serait de plus de 35,000 hectares.

En comptant sur le rendement minimum de 4200 mètres cubes obtenu à la Gileppe (déduction faite de l'évaporation), on recueillerait un volume total de 147.000.000 mètres cubes d'eau par année. On pourrait donc en transporter 400.000 mètres cubes par jour vers la moyenne et la basse Belgique.

Ces eaux seraient recueillies dans un vaste réservoir de 386 hectares de superficie, d'une profondeur moyenne de 18^m,60. Pour créer ce réservoir on construirait un barrage de 45 mètres de hauteur. (Le barrage de la Gileppe a en réalité 50^m,50 de hauteur, mais la hauteur de retenue utile n'est que de 45^m,50. La surface du réservoir de la Gileppe

est de 86 hectares; le volume retenu 12.500.000 mètres cubes, la profondeur moyenne 14^m,50).

Ce réservoir se trouverait au lieu dit Géronsart, sur le territoire de la commune de Boussu-en-Fagne.

Indépendamment des eaux de ces 35.000 hectares, qui seraient emmagasinées dans le réservoir principal, on construirait deux ou trois petits barrages qui retiendraient les eaux provenant du territoire français. Ce n'est que sur le territoire français qu'il existe quelques tourbières et comme on ne pourrait pas améliorer ou éloigner ces eaux, on les ferait servir à l'amélioration du régime de la rivière en été. On leur joindrait toutes les eaux provenant des villages et des lieux habités qui seraient dérivées au moyen de rigoles convenablement tracées.

Toutes les eaux recueillies et amenées au réservoir de Géronsart seraient fortement aérées : on les ferait passer sur des grilles criblantes qui seraient établies de distance en distance; là, elles se diviseraient en minces gouttelettes en tombant d'une certaine hauteur.

Ces grilles retiendraient presque toutes les matières en suspension. Au lieu de faire entrer les eaux directement dans le réservoir, comme à la Gileppe, on les ferait traverser une digue filtrante qui serait formée par les matériaux qui proviendraient d'une rigole qui serait ouverte tout autour du réservoir, en rejetant les matériaux extraits de cette rigole du côté du réservoir.

Par ces diverses dispositions, on obtiendrait des eaux d'une limpidité à peu près complète, on éloignerait même les troubles si cela était reconnu nécessaire.

Les eaux, prises au fond du réservoir, auraient une température de 6 à 7 degrés centigrades (5 à 6 degrés en dessous de la température des sources) ainsi que l'expérience en a été faite à la Gileppe et dans d'autres réservoirs profonds; elles arriveraient aux lieux de consommation avec une température qui n'excéderait pas celle des sources.

Il est facile de se convaincre de la vérité de cette assertion. Les eaux de rivières peu profondes, lorsqu'elles sont claires, ont pendant la saison des fortes chaleurs une température d'environ 18 degrés; elles proviennent généralement de sources des terrains perméables et imperméables, mélangées à des eaux de surface. A leur entrée dans le lit de la rivière, elles ont une température moyenne de 12 à 13 degrés; elles gagnent dans leur parcours de 5 à 6 degrés. Des eaux extraites d'un réservoir profond, où elles sont à la température de 6 à 7 degrés, transportées dans un lit (rigole ou aqueduc) où elles auront une profondeur de 2 à 3 mètres, n'éprouveront certainement pas une augmentation de température supérieure à celle qui atteint les eaux de rivière; elles arri-

veront donc aux lieux de consommation avec la température de 12 à 13 degrés.

Les eaux recueillies dans cet immense réservoir de Géronsart seront transportées vers leur destination par une rigole à ciel ouvert dans les parties rocheuses et peu habitées du pays, et par un aqueduc couvert dans les parties habitées et là où le prix des terrains ajouté au prix de la rigole serait aussi élevé que le prix d'un aqueduc. Les vallées seront traversées par des conduites forcées en tuyaux en fonte de 1 mètre de diamètre.

Pour passer du bassin de Viroin, affluent de la Meuse, dans le bassin de la Sambre, il faudra creuser un tunnel de 6 kilomètres de longueur dans des schistes famenniens. Ces schistes sont moins durs que ceux qui ont été traversés en galerie par l'aqueduc de la Gileppe à Verviers, et ce travail ne sera pas aussi considérable qu'on pourrait le croire. Le tracé suivra le versant de droite de la vallée de l'Heure, il traversera la vallée de la Sambre à peu près en ligne droite, en passant à l'Ouest de Charleroi ; il atteindra la crête de partage du Piéton et de la Sambre, il passera vers Ransart et gagnera ainsi la crête de partage du bassin de la Dyle et de la Senne, qu'il suivra jusque vers la Petite Espinette.

Partout les eaux se trouveront de 75 à 100 mètres au-dessus du thalweg des vallées où elles pourront être utilisées.

A la Petite Espinette, on créera un réservoir de 200.000 à 250.000 mètres cubes de capacité, à ciel ouvert. De ce réservoir, des conduites forcées se dirigeront vers Bruxelles et Anvers, où elles transporteront des volumes d'eau considérables.

La distribution se fera également sur tout le parcours du canal d'amenée.

Si on employait les eaux pour les usages domestiques et si on jugeait qu'elles ne sont pas suffisamment limpides, ou si on voulait leur donner certains sels de chaux qui manquent à toutes les eaux provenant des terrains schisteux, on les filtrerait sur des champs reposant sur les sables tertiaires, aménagés en prairies et disposés pour que les eaux y circulent très lentement. Elle seraient ensuite recueillies sur la formation imperméable servant de substratum aux sables.

Les sables et leur base imperméable se relevant vers le Sud, on pourrait amener les eaux filtrées par écoulement naturel vers Bruxelles en établissant les filtres en un point convenable.

Le volume d'eau de 400.000 mètres qui serait amené chaque jour à Bruxelles, s'il était utilisé en 10 heures de temps, durée de la journée de

travail, produirait avec une charge moyenne de 75 mètres, une force de

$$\frac{400.000.000^k \times 75^m}{10^h \times 3600'' \times 75^{km}} = 11.111 \text{ chevaux.}$$

En vendant la force motrice du cheval à 1 fr. par journée de 10 heures pour les forces de 1 à 5 chevaux ; à 0,80 pour les forces de 5 à 10 chevaux ; à 0,50 pour les forces de 10 à 25 chevaux et à 0,40 pour les forces de 25 à 50 chevaux ; ou en moyenne à 0,50 pour 10.000 chevaux, on ferait une recette de 5000 francs par jour, et par année de 300 jours de travail 1.500.000 francs.

Il resterait un volume d'eau disponible d'environ 40.000 mètres cubes par jour qui, vendus seulement à 0 fr.03, donneraient une recette journalière de 1200 francs et par année de 375 jours, 438.000 francs.

L'eau vendue au prix que nous venons d'indiquer produirait la force motrice à un prix moindre que la vapeur.

Un de nos plus éminents ingénieurs électriciens proposait dernièrement de produire la lumière électrique sur place en transmettant, au moyen de l'eau à grande pression, la force motrice qui serait donnée par des machines à vapeur. Ces machines seraient installées dans une usine centrale et l'eau serait transportée par des conduites en fonte.

Cette solution est évidemment la meilleure dans l'état actuel de l'industrie électrique. Car le transport de l'énergie électrique par des conducteurs métalliques ne rend qu'une faible portion du travail confié aux conducteurs. Toutefois, le système de transmission proposé par cet honorable ingénieur présente aussi le défaut d'exiger *deux récepteurs* qui absorbent chacun une portion du travail initial, de sorte que le résultat définitif n'est que le produit de deux fractions, il est moindre par conséquent que l'application directe de la force motrice aux machines qui doivent produire l'électricité, comme cela aurait lieu avec la distribution d'eau.

La solution de toutes les questions qui se rapportent à l'éclairage électrique et à toutes les applications de l'électricité dépend uniquement d'un moteur économique pouvant être installé partout sans occuper d'espace (une turbine de 100 chevaux sous 100^m de pression ne prend pas plus de 1^{m²}) ne produisant ni bruit, ni poussière, ni fumée, ni dangers d'aucune espèce.

Une autre application, qui exige des volumes d'eau considérable, pourrait être faite dans notre métropole commerciale : il s'agit du lavage de la laine. La laine, pour être bien lavée, exige, lorsqu'elle est destinée au cardage, un volume d'eau considérable, que des industriels très experts évaluent à un mètre cube par kilogramme de laine en suint.

La laine perd environ 60 p. c. par le lavage, et le tarif de nos chemins de fer ne fait pas de distinction entre les laines brutes et les laines lavées. Pourquoi, en présence de ce fait, le lavage des laines de la Plata et des colonies ne se ferait-il pas à Anvers ?

En industrie, les bénéfices se chiffrent aujourd'hui par fractions très minimes, tandis que les affaires sont traitées sur une échelle de plus en plus vaste. N'y eût-il que le bénéfice sur le transport, notre métropole commerciale ne devrait pas le dédaigner et elle pourrait, en établissant le lavage de la laine chez elle, s'approprier le monopole de ce commerce pour une bonne partie du continent et utiliser à elle seule les 400.000 mètres cubes que nous voulons dériver par jour.

A Verviers, l'industrie lainière consomme, outre l'eau de la Vesdre, environ 12.000.000 mètres cubes d'eau de la Gileppe, qu'elle paie au prix de 2 1/4 à 2 1/2 centimes le mètre cube.

Les travaux qui comporteront l'adduction et la distribution de 400.000^{m³} d'eau par jour ne coûteront pas plus de 30.000.000 de francs. L'intérêt et l'amortissement de ce capital avec tous les autres frais généraux n'atteindront pas 2.000.000 de francs par année; le prix du mètre cube d'eau n'excédera donc pas 1 1/2 centime.

Au moyen des eaux dérivées, la distribution d'eau de Bruxelles pourrait être convenablement complétée. L'eau devrait être mise à la portée de tous à discrétion, à un prix ne dépassant pas son utilité; les ménages peu fortunés ne devraient payer qu'une redevance de quelques francs par année, le prix restant tel qu'il est aujourd'hui pour les personnes qui sont dans l'aisance.

Un tarif rationnel ferait augmenter la consommation en même temps que la recette; il existe des exemples dans des petites villes belges où la vente de l'eau à bas prix a donné des résultats qui pourraient être pris en considération par l'administration de la capitale.

Du reste, une distribution d'eau doit être établie, non pas pour créer des ressources budgétaires, mais pour assurer les meilleures conditions hygiéniques possibles.

A la suite de cette communication, une discussion et des demandés d'explications complémentaires se produisent parmi les membres.

MM. Van den Broeck et Rutot trouvent le projet nouveau intéressant; il mérite une étude sérieuse et semble reposer sur des bases solides.

M. le D^r Jacques croit qu'il convient d'attirer l'attention des administrations communales sur le projet de *M. Moulan*; il insiste sur la nécessité d'un établissement bien fondé de la dépense, évaluée ici à

30 millions. La dépense est toujours un facteur important dans ces sortes de questions.

M. Moulan répond à diverses questions relativement à des détails du projet, à la rigole d'amenée à ciel ouvert, aux chutes nécessaires pour l'aération et l'oxydation partielle des matières organiques, à la traversée en syphon de la vallée de la Sambre, etc. ; il expose certains faits démontrant la purification des eaux de rivières et de canaux sous l'influence du renouvellement des surfaces en présence de l'oxygène de l'air dans des régions relativement plates et découvertes, où l'air est vif et circule librement.

Avant de terminer, M. Moulan ajoute encore que son projet aura la plus heureuse influence sur le régime inégal de l'Eau-Noire, de l'Eau-Blanche, du Viroin et de l'Heure, cours d'eau qui soumettent leurs vallées à des inondations fréquentes et parfois désastreuses.

L'Assemblée félicite M. Moulan de son projet et l'engage à le faire connaître aux intéressés et à le soumettre à la critique publique.

3° M. C. KLEMENT. — Analyses chimiques d'eaux de puits artésiens. — Les puits artésiens de Willebroeck.

M. Klement donne lecture de son travail qui, par décision de l'Assemblée, sera imprimé in-extenso aux *Mémoires*.

M. Klement a étudié les eaux de deux puits artésiens creusés à Willebroeck, l'un aux établissements De Naeyer, l'autre à la brasserie de M. Van den Bogaert.

Ces eaux, venant de la même profondeur, sont à peu près identiques comme composition, mais celle du puits De Naeyer est assez fortement colorée en brun et elle est intéressante à ce point de vue.

Notre confrère, après une série d'études et d'expériences, a reconnu que la matière colorante est l'*acide apocrenique*, qu'il est parvenu à doser à 0,0085 par litre dans l'eau du puits De Naeyer, et qui provient surtout de décomposition végétale.

M. Rutot ajoute que l'on ne connaît malheureusement pas la coupe géologique des terrains traversés ; toutefois, d'après quelques renseignements obtenus, on sait que la nappe artésienne est renfermée dans les couches de sable calcaireux avec grès, à *Nummulites variolaria*, connues maintenant sous le nom d'étage ledien. Beaucoup de puits artésiens de la région comprise entre Malines et Saint-Nicolas prennent leur eau dans cette nappe et il a été reconnu que cette eau est ordinairement chargée de sels alcalins et alcalino-terreux, qui en font un liquide peu propre aux usages alimentaires. M. Van Ertborn avait,

en 1887, signalé aux puits artésiens de Breendonck et de la Brasserie Bernaerts à Malines, la présence d'eaux provenant du Lédien, qui n'avaient commencé à se colorer que plusieurs années seulement après la fin du forage.

Ces eaux sont du reste déjà bien connues en Belgique, et les deux localités où elles ont été plus spécialement signalées sont Denderleeuw et Ninove, où la coloration est sensiblement plus foncée qu'à Willebroeck.

Ces eaux sortent du Landenien, qui surmonte le Silurien, mais ce qui est plus étonnant, pour ce qui concerne Ninove, c'est qu'un seul puits donne de l'eau brune, tandis que les autres, s'alimentant à la même nappe, fournissent de l'eau incolore. Il est toutefois à craindre que ce qui s'est passé à Breendonck et à Malines ne se présente bientôt aussi à Ninove.

On pourrait croire que la coloration est due à des infiltrations d'eaux marécageuses dans le puits, mais l'eau colorée est jaillissante, son niveau hydrostatique s'élève à plus de 5 mètres au-dessus du sol; ce qui supprime toute hypothèse d'infiltration dans la partie supérieure du tube.

Il est toutefois à remarquer qu'à Ninove, sur *huit puits artésiens* existants, forés à très petit diamètre, *trois* ont rencontré, à la base du Landenien, *des ossements de grands vertébrés*.

Quoi qu'il en soit, la question de l'origine des eaux brunes est fort obscure et la Société saura, sans doute, beaucoup de gré à M. Klement du pas important qu'il a fait faire en déterminant la nature et les propriétés de la matière colorante ainsi que la composition des eaux qui la renferment. — (*Approbat.*)

Il y a lieu maintenant de faire un relevé, aussi complet que possible, des puits donnant *des eaux brunes* et de procéder à des analyses comparatives.

La séance est levée à 10 h. 20.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Dérivation des eaux de l'Avre pour l'alimentation de Paris en eau potable. — Une intéressante étude de M. P. Langlois sur cette matière fait l'objet d'un article du numéro 13, du 30 mars 1889 de la *Revue scientifique* de Paris (pp. 396-403). Nous en résumerons comme suit la seconde partie, spécialement réservée à l'étude du projet de la captation des sources de l'Avre (1).

(1) Dans la première partie de son travail, M. Langlois, passant en revue divers systèmes de filtration et de purification s'élève à tort, nous paraît-il, contre le *système*

Divers projets ont été présentés pour l'alimentation de la ville de Paris; mais, seul jusqu'ici, celui des sources de l'Avre a été adopté par les ingénieurs de la ville. Ces sources se trouvent sur les limites des deux départements de l'Eure et de l'Eure-et-Loir. Un premier groupe de quatre sources, dans l'Eure-et-Loir, forme le Ris de la Vigne qui, après 2 kilomètres de parcours, se jette dans l'Avre; un autre groupe de deux sources alimente l'Avre supérieure avant sa jonction avec l'affluent précédent. L'une de ces deux dernières sources, nécessaires à l'alimentation, n'est point comprise dans le projet de loi décrétant l'achat des sources au bénéfice de la ville de Paris.

L'analyse chimique et l'examen biologique des sources en vue indiquent des eaux d'une grande pureté: leur débit, d'après des jaugeages effectués depuis 1882, représente un minimum de 100.000 mètres cubes.

En fait d'ouvrage d'art important, l'adduction des eaux ne nécessiterait guère qu'un tunnel de 1500 mètres au nord de Versailles.

L'altitude des sources (150 m.) permet, sans l'aide de machines élévatoires, d'amener les eaux par pente naturelle au réservoir central de Montretout (106 m.). La conduite aurait 102 kilomètres de long, la pente moyenne de 0^m40 par kilomètre, ce qui assurerait à l'eau amenée une vitesse d'un mètre par seconde et ce qui représenterait une durée de trajet de 30 heures.

Grâce à cette vitesse dans l'aqueduc, presque toujours en tranchée ou en syphon et bien protégée, l'eau resterait à peu près à la température de son point initial, soit 11^o5.

Il est à remarquer que les quartiers les plus élevés de Paris, actuellement dépourvus d'eau de source, seraient alimentés, grâce à l'altitude considérable du réservoir. Les dépenses du premier établissement, indemnités comprises, s'élèveraient à 35 millions, soit (à 4 pour 100) à une dépense annuelle de 1.450 000 frs. Le prix du mètre cube au réservoir s'élèverait à 3 centimes et demi, soit à la moitié du prix de revient des eaux de la Dhuis et de la Vanne (0 fr. 066).

Un seul point noir fait tache dans ce tableau si favorable; c'est l'opposition violente faite par les riverains de l'Avre à l'exécution de ce projet, et des scènes regrettables et facheuses ont même eu lieu lors des jaugeages et des études sur le terrain.

Les habitants de ces régions prétendent, entre autres objections, que les sources achetées et formant le Ris de la Vigne ne sont pas des sources, mais la continuation du cours souterrain de l'Avre supérieure, disparue en amont de Verneuil.

L'étude de M. Langlois réfute d'une manière intéressante cette prétention et entre dans des détails fort intéressants tant au point de vue juridique qu'hygiénique sur cette question du cours souterrain de l'Avre.

S'appuyant sur une expérience faite par M. Feray, d'Evreux, qui, employant une

rotatif de purification par le fer spongieux, dit SYSTÈME ANDERSON et utilisé par la ville d'Anvers. L'auteur de l'article considère ce système comme dispendieux et paraît douter de l'élimination parfaite des microbes. S'il avait visité, comme l'ont fait, l'été dernier, les membres de la Société, les installations actuelles de l'usine de Waelhem, qui alimente Anvers, s'il s'était informé du prix de revient de l'eau potable à Anvers et s'il avait pris connaissance du dernier rapport de 1889 ainsi que des analyses bactériologiques faites par divers spécialistes, il ne se serait certes pas prononcé, comme il l'a fait, contre l'application de ce remarquable système de purification des eaux alimentaires.

matière colorante spéciale extraite du goudron de gaz, la *fluorescine* qui, dissoute dans l'alcool et mêlée avec de l'eau, colore celle-ci en vert (coloration visible même dans un mélange fait dans la proportion de 1 à 200.000.000) a fait constater que 3 kilog. de fluorescine, jetés dans les bétoires ou gouffres absorbants terminant l'Avre supérieure, ont coloré les sources de la Vigne, à 7 kilomètres de là et après 57 heures de diffusion souterraine, on pouvait croire tout d'abord que les prétentions des riverains de l'Avre étaient justifiées.

Mais, s'appuyant sur les longues et minutieuses recherches de M. l'ingénieur en chef des eaux Humboldt et sur l'étude géologique du terrain, M. Langlois, dans l'article que nous analysons, montre l'indépendance absolue du régime des bétoires ou gouffres absorbants terminant le cours de l'Avre supérieure et des sources achetées pour l'alimentation de Paris.

Celles-ci ont d'ailleurs un débit 40 fois plus élevé que celui de l'ensemble des bétoires. De septembre à décembre le volume des cours d'eau absorbés croît constamment et celui des sources diminue; inversement la quantité d'eau en décembre et janvier reste stationnaire, tandis que celle des sources augmente pendant ces deux mois.

Le régime du cours d'eau supérieur est torrentiel : celui des sources est régulier et tranquille.

L'eau absorbée par les bétoires s'accumule souterrainement au fur et à mesure de son arrivée et ce n'est qu'au bout de quelque temps qu'une certaine partie arrive en nappe aux sources, après une filtration extrêmement lente, garantie de la pureté des eaux.

Le profil géologique dressé par M. Langlois montre fort bien, par ses relations entre les caractères, la nature et la disposition du sous-sol et la répartition en zones descendantes de la région des étangs, de la région des bétoires et de la région des sources, le bien fondé de la thèse développée dans son intéressant article.

L'auteur rencontre ensuite les objections soulevées au point de vue hygiénique par l'abaissement à prévoir, à la suite de l'exécution du projet, dans le niveau des eaux de l'Avre.

Seul le ruisseau du Ris de la Vigne, long de 2 kilomètres, et ne desservant aucune agglomération, sera mis à sec.

Quant à l'Avre son débit sera diminué de moitié (1200 litres par seconde, au lieu de 2400) à son confluent avec la Vigne, mais cette proportion ira en diminuant le long de la rivière qui, à sa jonction avec l'Eure, n'aura plus guère qu'un cinquième de diminution. Les dommages matériels causés par une diminution de la quantité totale de l'eau seront indemnisés par la ville de Paris. Il a d'ailleurs été constaté que les irrigations actuelles sont trop intensives.

Au point de vue industriel la captation de 1260 litres par seconde aura évidemment une certaine influence, et il a été calculé que 29 établissements : usines et moulins se verraient enlever une force motrice évaluée à 400 chevaux vapeur.

Cette suppression entraînera la non-occupation de 428 ouvriers, hommes et femmes, représentant un salaire annuel de 507.000 frs. Le paiement d'une indemnité aux usiniers ne résoudrait pas la question d'existence de la population actuellement utilisée. Aussi-a-t-on songé d'abord à restituer plutôt la force motrice enlevée, par une dérivation soit de la Seine soit de l'Eure; mais ce seraient là des projets dont la réalisation coûterait pour l'un 45 pour l'autre 25 millions.

Un dernier projet paraît rallier les suffrages et concilier tous les intérêts.

La ville de Paris achèterait dans la vallée un certain nombre d'hectares, dont elle modifierait les cultures de manière à éviter les irrigations et à augmenter ainsi la quantité d'eau utilisée pour les irrigations des riverains.

Les usiniers seraient indemnisés en partie au comptant, en vue expresse de permettre l'installation de machines nécessaires à la restitution de la force motrice enlevée (dépense totale 1 million), en partie sous forme d'indemnité annuelle due tant que l'usine marcherait et utiliserait son personnel, non exigible en cas ou en temps de fermeture, pour redevenir exigible avec la reprise ou l'extension du travail moteur. (Cette dépense annuelle est évaluée à 240.000 francs.)

Avec la première mise de 1 million, cela nécessiterait un capital de 7 millions, grâce auquel toutes les revendications des habitants de la région intéressée seraient largement satisfaites, en même temps que par l'exécution du projet de dérivation les intérêts hygiéniques de la grande agglomération parisienne seraient remarquablement assurés.

Il nous a paru intéressant, au moment où les études et conclusions de la Commission gouvernementale nommée pour examiner les divers projets en présence pour l'alimentation en eau potable de l'agglomération bruxelloise, font pencher la balance en faveur d'un projet ayant quelque analogie avec celui proposé pour la ville de Paris, de faire connaître, par ce rapide résumé, l'instructif et intéressant travail de M. Paul Langlois. E. V.

Influence de l'origine des eaux alimentaires sur la fièvre typhoïde. — Dans le cours de cet été, le service des eaux à Paris a maintes fois substitué dans un quartier l'eau de rivière à l'eau de source; or, à chaque substitution, on a constaté, dit la *Semaine médicale*, une augmentation dans le nombre de cas de la fièvre typhoïde. Comme les eaux de source actuellement amenées à Paris sont insuffisantes, le Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Seine a renouvelé, dans sa séance du 27 septembre dernier, le vœu qu'il a déjà formulé, de l'adduction, aussi rapide que possible, des nouvelles sources achetées par la ville et a insisté pour que les eaux de source actuelles ne soient utilisées que pour l'alimentation.

Blindage des puits en Russie. — M. Rothfelder, ingénieur des mines à Moscou, communique au Génie civil de France l'intéressant procédé de boisage des puits employé en Russie, principalement à travers des terrains peu consistants.

Nous serons heureux si la description de ce procédé (qui peut être avantageux, principalement dans les localités où le bois est à bon marché) réussit à diminuer le nombre des terribles accidents auxquels sont exposés les ouvriers.

Cette méthode consiste essentiellement à superposer des cadres contigus dont la construction économique et le mode de mise en place constituent toute l'originalité de l'ouvrage. Ces cadres, généralement carrés, ont de 1^m,42 à 1^m,84 de côté; ils sont fait de billes de sapin écorcées de 0^m,155 à 0^m,265 de diamètre. Ces cylindres de bois sont terminés à leurs deux extrémités par un tenon ayant en longueur et en largeur le diamètre de la bille, et pour épaisseur la moitié de ce diamètre. On voit qu'aux angles de ce carré les tenons s'entre-croisent de telle sorte que ceux d'une face remplissent exactement les vides produits entre les tenons de deux autres faces perpendiculaires, par la superposition des billes qui forment ces faces.

Les puisatiers commencent à faire une fouille carrée de 1^m,42 à 2^m,13 (1) de profondeur, suivant que la couche superficielle s'éboule plus ou moins facilement; ils la boisent en superposant les cadres de bas en haut, et, à partir de là, ils continuent leur travail en approfondissant et en boisant à mesure, toujours de haut en bas, de sorte qu'ils ne cessent plus d'être à l'intérieur de parois blindées.

(1) Ces chiffres représentent la traduction, en centimètres, des mesures russes. Ils ne doivent pas être pris à la lettre et signifient en réalité 1^m,50 à 2 m.

En procédant ainsi, il est impossible de poser un cadre tout d'une pièce. On commence par caler solidement les deux dernières billes par lesquelles deux des faces opposées du prisme quadrangulaire reposent dans le terrain du fond, puis on affouille au-dessous des pièces de bois des deux autres faces, de manière à ne faire que juste la place de la nouvelle bille qu'on va poser dans leur prolongement. Ces deux dernières billes sont calées à leur tour pendant qu'on procède à la pose des deux autres dans les deux faces perpendiculaires, et ainsi de suite.

Quand on est arrivé à une distance d'environ 2^m,13 (1) du niveau de la nappe d'eau qu'on va utiliser et qu'on a reconnue à l'aide de la sonde, on continue le blindage en l'évasant progressivement, de manière à lui donner la forme d'une hotte ou d'un tronc de pyramide rectangulaire dont l'inclinaison des faces est d'environ 40°.

A partir de la rencontre de l'eau, on abandonne ce cuvelage principal en étayant et entretoisant sa partie inférieure, et l'on construit le puisard, c'est-à-dire la partie du puits qui pénètre plus ou moins profondément dans l'eau, et dans laquelle plonge l'aspirateur de la pompe. Ce puisard, d'une hauteur de 2^m,13 environ, est une autre hotte rectangulaire construite comme la précédente de haut en bas.

Après son achèvement, on lui superpose d'autres petits cadres qui le reliait à la partie prismatique du premier boilage, en ayant soin de remplir de terre fortement pilonnée tout l'intervalle compris entre ce prolongement du puisard et la hotte du cuvelage principal.

(Revue Scientifique.)

Sur les propriétés fertilisantes des eaux du Nil et nouvelle analyse du limon de ce fleuve. — Dans une note, présentée à la séance du 11 mars dernier, de l'Académie des sciences de Paris (Voir C. R. t. CVIII, p. 522), M. A. Meintz, comme suite à une note antérieure (C. R. t. CVII, p. 231) établissant que c'est au limon qu'elles renferment en suspension que les eaux du Nil doivent leurs propriétés fertilisantes, cherche à déterminer les matières utiles que ces eaux apportent à la végétation, et il les considère au double point de vue de l'irrigation et du colmatage, en tenant compte, pour l'irrigation, des principes dissous; pour le colmatage, des matières en suspension.

L'eau du Nil, prise au Caire à l'époque de la crue le 6 septembre 1888, contient par mètre cube en dissolution :

Azote à l'état de nitrate	15 ^r ,07	= Acide nitrique	48 ^r ,10
Acide phosphorique	0 40		
Potasse	3 66		
Chaux	48 00		

C'est donc une eau d'irrigation de bonne qualité, avec une teneur en potasse assez élevée.

La même eau, prise au milieu du Grand Nil, à 0^m,60 de profondeur pendant la crue de septembre, — le niveau étant à 5 mètres au-dessus de l'étiage, — contient en suspension, par mètre cube, 2^k,3 de limon. Cette proportion varie en général entre 1^kg,7 et 2^kg,5; elle est en moyenne de 2^kg,2.

Ce limon est formé essentiellement par des silicates hydratés d'alumine, de fer et de potasse, constituant une argile mélangée de carbonate de chaux et de matière organique.

(1) Voir la note de la page précédente.

Il contient pour 100

Silice	53.07	Carbonate de chaux	3.13
Alumine	14.57	Acide phosphorique	0.19
Oxyde de fer	10.21	Matières organiques	2.84(2)
Potasse	6.67(1)	Eau combinée	7.41
Magnésie	1.07		

Ce limon est donc particulièrement riche en potasse : la chaux qu'il renferme et qui y existe presque entièrement à l'état de carbonate, atténue la compacité de l'argile et lui donne les propriétés des terres arables.

Le calcaire rend possible aussi la nitrification de la matière organique et, par suite, l'utilisation de l'azote qui y est renfermé.

Les chiffres que j'ai obtenus diffèrent notablement de ceux des observateurs qui ont examiné avant moi ces limons, et surtout de ceux de Woelker, généralement cités. Cet auteur signale, dans ces limons, de grandes quantités de matières organiques, atteignant 15 p. c. Son erreur tient à ce qu'il se bornait à les doser par la perte au feu, comptant ainsi comme matière organique toute l'eau combinée des silicates.

L'analyse physique, effectuée au moyen du procédé classique de M. Schloesing, donne les résultats suivants :

Gros sable	0.0	Argile	55.2
Débris organiques grossiers	0.0	Carbonate de chaux	3.1
Sable fin	39.6	Acide humique	0.9

Si le carbonate de chaux était absent, une terre aussi argileuse ne serait pas susceptible d'être cultivée; le calcaire coagule l'argile; la matière organique diminue sa compacité, ainsi que l'a démontré M. Schloesing; ces deux agents permettent au limon de former des sols ayant l'ameublissement nécessaire pour être travaillés et pour porter des récoltes.

Ce n'est pas seulement à la proportion des éléments utiles qu'il renferme que ce limon doit ses propriétés fertilisantes, mais encore à l'extrême finesse des particules qui le composent. Cette finesse augmente la surface sous laquelle les principes utiles se présentent aux agents dissolvants du sol et à l'action des racines; elle les met rapidement, sinon immédiatement, à la portée des végétaux.

En envisageant l'eau du Nil dans son ensemble, au moment de la crue de septembre, on obtient les résultats suivants pour 1 mètre cube

	En dissolution.	En suspension.
Azote	18 ^r ,07	38 ^r ,00
Acide phosphorique	0 40	4 10
Potasse	3 66	150 00
Chaux	48 00	70 50

Ces chiffres montrent que le limon fait l'apport de beaucoup le plus important en éléments fertilisants et que c'est le colmatage opéré par les crues qui doit être regardé comme la cause principale de la fertilité ininterrompue de la vallée de Nil. (*Extr. C. R. Acad. Sc. Paris*, t. CVIII, p. 523, N° 16, 14 octobre 1889.)

(1) Dont 0.31 soluble dans les acides.

(2) Contenant 0.11 d'azote.